

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-45994

(43)公開日 平成8年(1996)2月16日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/607	B			
21/60	3 1 1 S	7726-4E		

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平7-107624

(22)出願日 平成7年(1995)5月1日

(31)優先権主張番号 2 3 9 1 0 6

(32)優先日 1994年5月6日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 590002987

フォード モーター カンパニー
アメリカ合衆国ミシガン州ディアボーン,
シ アメリカン ロード (番地なし)

(72)発明者 クオング バン ブハム

アメリカ合衆国ミシガン州ウエイン カウ
ンティ, リボニア, ゴルフビュー 18694

(72)発明者 プライアン ジョン ヘイドン

アメリカ合衆国ミシガン州オークランド
カウンティ, ロイヤル オーク, ノース
プレザント 1616

(74)代理人 弁理士 浅村 皓 (外3名)

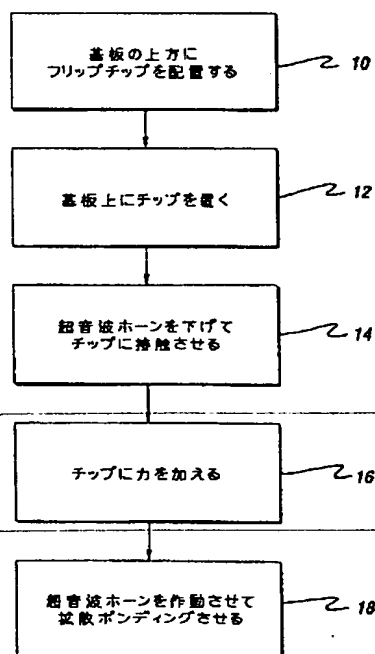
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 フリップチップの基板へのボンディング方法

(57)【要約】

【目的】 フリップチップを基板上に高精度に位置決めして、正確にボンディングする方法を提供する。

【構成】 フリップチップ20を基板22の上に配置する。フリップチップ20は導電性バンプを備えたアクティブ面を有し、アクティブ面を基板22の方に向ける。バンプが基板22上のボンディングパターンの位置に合うようにして、フリップチップ20を基板22上に置く。超音波ホーン30を下げて、その平らな面をフリップチップ20の背面に載せる。超音波ホーン30を介してフリップチップ20の背面に力を加える。この力は基板22に垂直に加えて、フリップチップ20と基板22間の横方向の変位が最小になるようにする。それから力を加えている間に超音波ホーン30を作動させ、超音波エネルギーをフリップチップ20から基板22へ等温的に伝達せしめ、両者間に拡散ボンディングを起こさせる。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 アクティブ面に導電性バンプを有するフリップチップを、そのアクティブ面を基板に向けて、基板の上方に配置するステップと、バンプが基板上のボンディングパターンの位置に合うようにして、基板上にフリップチップを置くステップと、平らな面を有する超音波ホーンを下げて、フリップチップの背面に接触させるステップと、フリップチップと基板間の横方向の変位を最小にすべく基板に垂直な力が加わるようにして、超音波ホーンを介してフリップチップの背面に力を加えるステップと、力を加えている間に超音波ホーンを作動させ、超音波エネルギーをフリップチップから基板へ等温的に伝達させて、両者間に拡散ボンディングを起こさせるステップと、を含むことを特徴とする、フリップチップの基板へのボンディング方法。

【請求項2】 請求項1記載の方法において、超音波ホーンを作動ステップでは、60,000～100,000Hzの範囲の超音波エネルギーを供給することを特徴とする、ボンディング方法。

【請求項3】 請求項2記載の方法において、更に、フリップチップと基板とから極小の表面汚れと酸化物を追放して、原子レベルで清浄なボンディング用表面をつくるステップを含むことを特徴とする、ボンディング方法。

【請求項4】 請求項3記載の方法において、更に、フリップチップと基板間の接触領域に隣接したバンプを塑性変形させ、フリップチップと基板間の接触を密にして金属間原子結合を形成させるステップを含むことを特徴とする、ボンディング方法。

【請求項5】 請求項1記載の方法において、基板上にフリップチップを置くステップでは、超音波ホーンを下げて力を加えるステップの前に、フリップチップと基板との位置関係を見て、バンプが基板上のボンディングパターンと位置が合うようにして、フリップチップを基板上のボンディングパターンと位置合せすることを特徴とする、ボンディング方法。

【請求項6】 請求項1記載の方法において、フリップチップに力を加えるステップでは、約50ポンド（約22,650g重）の力を加えることを特徴とする、ボンディング方法。

【請求項7】 請求項6記載の方法において、フリップチップに力を加えるステップでは、20秒まで力を加えることを特徴とする、ボンディング方法。

【請求項8】 請求項1記載の方法において、導電性バンプは金で形成されていることを特徴とする、ボンディング方法。

【請求項9】 請求項1記載の方法において、導電性バンプはインジウムで形成されていることを特徴とする、ボンディング方法。

【請求項10】 請求項1記載の方法において、更に、フリップチップを基板の上方に配置するステップの前に、フリップチップをピックアップするステップを含むことを特徴とする、ボンディング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は回路基板のような基板上にフリップチップ装置をボンディングするための改良された装置と方法に関するものである。特に本発明はフリップチップを基板上に高精度に位置決めして正確にボンディングすることができる半自動システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 フリップチップボンディングは電子部品の包装に関する急成長技術のひとつとして登場してきた。この技術は高実装密度下で高速で動作する回路の需要に応じて発展してきた。性能基準を満たすには、基板、相互接続機構、フリップチップの設計およびボンディング媒体を適当に選択するしかない（信頼できるマルチチップモジュールを製造する）。

【0003】 フリップチップやダイを基板に取付けるにはいくつかの方法が使われる。はんだはシリコン、窒化アルミニウム、アルミナ、またはフレキシブル基板にしばしば用いられる。金と金の熱圧縮または超音波ボンディングは主に高電力で寸法の小さい装置に使われている。標準的な導電性エポキシもまたフリップチップボンディングに使われることがある。

【0004】 自動フリップチップボンディング機構を設計するときに考慮する必要がある項目は、位置合せ精度、フリップチップと基板の種類、フリップチップのピックアップと配置、基板のピックアップと配置、スルーボットおよび価格である。

【0005】 従来のやり方の例を挙げると、U. S. 特許第3,938,722号には、超音波エネルギーを利用して基板上の接続用導電性面にフリップチップ装置をボンディングする装置が開示されている。ボンディングツールが球形のボンディング面を有していて、それがピボット機構により複雑な振動の中でボンディングがなされる。しかしながらこのやり方ではフリップチップと基板間に相対的な横運動が起きて、位置合せが狂うことがある。

【0006】 U. S. 特許第4,842,662号には、フリップチップの接続プロセスに先立って、金の小球すなわちバンプを全く使わないボンディング方法が開示されている。この金のバンプは通常フリップチップの端子パッドと、フリップチップに接続されるワイヤの下側とに配置される。しかしながらこの特許はテープ自動ボンディング（TAB）用テープと共に使われる一点ボンディングプロセスに関するものである。

【0007】

【発明の要約】本発明はフリップチップを基板にボンディングするための方法と装置とを開示する。この方法は以下のステップを含む。

1. アクティブ面に導電性バンプを有するフリップチップを、そのアクティブ面を基板に向けて、基板の上方に配置するステップと、
 2. バンプが基板のボンディングパターンの位置に合うようにして、基板上にフリップチップを置くステップと、
 3. 平らな面を有する超音波ホーンを下げ、フリップチップの背面に接触させるステップと、
 4. フリップチップと基板間の横方向の変位を最小にすべく基板に垂直な力が加わるようにして、超音波ホーンを介してフリップチップの背面に力を加えるステップと、
 5. 力を加えている間に超音波ホーンを作動させ、超音波エネルギーをフリップチップから基板へ等温的に伝達させて、両者間に拡散ボンディングを起こさせるステップ。
- 本発明は蒸気プロセスを実施するための装置を製造することを含む。

【0008】

【実施例】次に本発明について図面を参照しながら説明する。本発明のプロセスと方法は基板にマルチチップをボンディングするシステムに関するものである。開示する装置は、基板上に定められたボンディングパターンに関してフリップチップを位置決めするための精密なピックアップまたは配置機構として使われる。

【0009】本発明による装置とプロセスは、概して、フリップチップやダイを基板と高精度に位置合せして確実にボンディングすることが必要な、高密度実装用に使われる。本装置は1個のピックアップヘッドと1個のボンディングヘッドとを含む。第1のヘッドはワッフルパックからフリップチップを拾い上げて、それを向き調整装置上に置く。第2のヘッドは向き調整装置からダイを拾い上げて、それを基板の上方に持っていく。ダイが基板の上方にあるとき、最終位置合せ用に視覚装置を使う。

【0010】ここで用いる「超音波ホーン」という術語は、フリップチップと基板とを一緒に加圧下に保ちながら、高周波の振動エネルギーを局部的にそれらに加えることにより、フリップチップを基板にボンディングする固体式プロセスを意味する。約2〜3キロオングストロームの厚さの拡散層が形成されると考えられている。開示するプロセスは、基板上に配置された金、銀、プラチナ、ニッケル、または銅の金属パターンにフリップチップをボンディングするのに用いることができる。

【0011】図1は本発明のプロセスを実施するのに用いる主なプロセスステップのフローチャートである。基板の上方にフリップチップを配置する(10)。通常フ

リップチップは金の小球体すなわちバンプを備えたアクティブ面を有する。アクティブ面を基板の方に向けておく。次に、フリップチップを基板上に置く(12)のであるが、基板上に形成されているボンディングパターンにバンプの位置を合わせる。次に超音波ホーンを下げる(14)。その際、ホーンの平らな面がフリップチップの背面の頂上に触れるようにする。それから超音波ホーンを介してフリップチップの背面に力を加える(16)。力は基板に垂直に加わるようにする。このようにして基板に関してフリップチップの横方向の変位を最小にする。最後に、力を加えている間に超音波ホーンを作動させることにより(18)、超音波エネルギーがフリップチップから基板に等温伝達されて、両者間に拡散ボンディングがなされる。

【0012】図2〜4は装置とプロセスステップをより詳細に示したものである。図2は本発明を実施するのに用いる装置の主要部品を示す。図2においてフリップチップ20がフリップチップピックアップテーブル24の上に搭載されている。基板22はワークホルダ26の上に置かれている。図3では、真空フリップチップピックアップ機構28が真空を使ってフリップチップをピックアップするために、腕を伸ばしている。

【0013】図4は真空フリップチップピックアップ機構28の腕が引っ込み、フリップチップ20をフリップチップピックアップテーブル24の上方に持上げている様子を示す。図5において、真空フリップチップピックアップ機構28と超音波ホーン30とを含むステージ38が移動して、フリップチップ20を持った真空フリップチップピックアップアーム28を向き調整装置36の位置に持って来る。

【0014】次に、図6に示すように、真空フリップチップピックアップアーム28を伸ばして、向き調整装置36の上にフリップチップを置く。それから図7に示すように、真空フリップチップピックアップアーム28を引っ込み、向き調整装置36を作動させて、フリップチップ20が基板22に関して正しい向きになるように、向きを調整する。次に図8に示すように、ステージ38を移動して、超音波ホーン30の位置を向き調整装置36の位置に合わせる。それから図9に示すように、超音波ホーン30を伸ばして、真空を使って向き調整装置36からフリップチップ20を拾い上げる。負圧を供給するために超音波ホーン30の中を軸方向に通っている1個以上の穴によって、真空が供給される。ここに示したホーンは各種の寸法のフリップチップに使える。

【0015】図10では、超音波ホーン30が引込んで、フリップチップ20を運んでいる。図11において、ステージ38が移動し、超音波ホーン30とフリップチップ20とが、基板22上に定められているボンディング位置40と対向している。

【0016】図12では、光学装置34のような位置合

せ用の装置を、フリップチップ20と基板22の間に移動してきている。それから手動または自動装置により基板20に対するフリップチップ20の位置合せを開始する。位置合せ用に光学装置を用いているが、分離プリズムと赤外線技術のような他の位置合せ装置を用いてもよい。

【0017】図13は位置合せ装置34を中立位置に移動し、超音波ホーン30を伸ばして、フリップチップ20を基板22と接触させたところを示す。あらかじめ定めた1〜50ポンド（約453〜22,650g重）の力と、60,000〜100,000Hzの範囲内の超音波エネルギーを、約10秒までのあらかじめ定めた期間だけ、フリップチップ20に加える。

【0018】サイクルを終了するために、図14に示すように、超音波ホーン30を引込め、確実な拡散ボンディングにより基板22と結合したフリップチップ20を置いていく。

【0019】図15と図16は基板22の上方に浮かせたフリップチップのX線写真である。各々の図において、長方形の黒い領域は基板22の背面である。位置が合っている場合には（図15）、各点は金の小球バンプがフリップチップ20のアクティブ面上に位置していることを表わしている。金のバンプからボンディングパターンが伸びているが、これは基板22の表面に配置された金めっき線、すなわちリードである。

【0020】図16では、金のバンプが基板22上に定められたボンディングパターンから外れている。位置合せは位置合せ装置により可能である。開示したプロセスと装置を用いれば、フリップチップ上に設けられたすべてのバンプが、基板22上に定められたボンディング位置に同時に拡散ボンディングされる。

【0021】実際には、超音波ホーンを作動させると、極めて小さい表面の汚れと酸化物が基板内のフリップチップから追放されて、ボンディングに必要な原子レベルでクリーンな表面ができる。好ましくは力をフリップチップに加えるとき、ステージ内で加える。最初に、例えば5ポンド（約2,265g重）の初期力を加え、続いて2番目の力として20〜50ポンド（906〜22,650g重）まで上げる。このような力はフリップチップと基板との接触領域に隣接した金のバンプを塑性変形させやすいので、等温的な超音波エネルギーを加えることにより、両者の接触が密になり、金属間の原子結合が形成される。実際に、もし1フリップチップ当り3個のバンプがあれば、1〜2ポンド（約453〜906g重）の力で十分である。もし250個のバンプであれば、例えば25〜30ポンド（11,325〜13,590g重）の力を約10〜20秒まで加えれば十分であろう。

【0022】開示した装置の超音波プローブはいろんな形式でつくることができる。好適な販売業者として例え

ばカリフォルニア州のザ・ユー・テクノロジー・オブミルピタス（the U Technology of Milpitas）社がある。開示したプローブは50ワットの発電機と一緒に使う。

【0023】フリップチップアタッチメント装置の一例はニュージャージー州のアールディー・オートメーション・オブ・ピスカッタウェイ（R D Automation of Piscataway）社により製造されている（モデルAFC-101-AP）。機械の位置合せ精度は±5ミクロンより良い。スルーブットはプロセスパラメータにより1時間当り350〜500フリップチップに達する。あるシステム（M-8フリップチップボンダ）では、薄い光学プローブをフリップチップと基板との間に挿入して、両方のボンディング面を同時に撮り出す。フリップチップと基板とを別々に見るために、2台のビデオカメラと反射鏡とを用いる。両方のビデオシステムの出力を1個のスクリーンに重ね合わせて（図15と図16）、静止しているフリップチップに対して基板を動かすことにより、位置合せを行う。フリップチップがその最終位置に極めて接近したときに最終位置合せを行って、その後はX、Y方向、すなわちθ方向には動かさない。この後動かす軸は垂直方向（Z方向）のみである。

【0024】基板ホルダ26はみかげ石でつくるのが良い。開示した装置が熱もはんだを必要としないので速いことは明白であろう。熱がいらないから、本装置とプロセスは熱に敏感な基板フリップチップボンディング媒体に対して使うことができるのであり、熱圧縮ボンディングやはんだリフローに比べてフリップチップに与える損傷も少ない。接続数とは無関係にフリップチップ全体を基板にボンディングすることができるので、スルーブットが上がる。最後に、すべての力が垂直（Z）方向に作用するから、フリップチップと基板間に相対的な水平移動がない。

【0025】実際には、開示した装置の中に約14インチ（約355.6mm）平方までの基板を収納することができる。フリップチップは0.05インチ（約1.27mm）平方という小さいものを扱うことができる。開示したプロセスにより1インチ（約25.4mm）平方のフリップチップを用いるのも効果的であろう。

【0026】開示した発明では、ピックアップツールはまたボンディングツールでもあるから、ボンディングの精度が改良されるだけでなく、スルーブットも上がる。このためツールを付けたり外したりして、フリップチップをホーンにはめ込む必要がない。開示した装置は、フリップチップと基板とを高精度に位置合せして正確にボンディングすることが必要な、高密度実装に応用できる半自動システムである。

【0027】本発明の超音波プローブに含まれるツールチップは約1/4インチ（約6.35mm）平方の大きさ

10

20

30

40

50

である。寸法の異なるフリップチップ用のツールに自動的に替えることができる。プローブは100kgまでの力を出すことができる。開示した基板はセラミック、エポキシ積層板、またはフレキシブル回路でもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の主なプロセスステップのフローチャート。

【図2】本発明によりフリップチップを基板にボンディングする際に使う装置の構造の側面図を、各プロセスステップにおいて示したもの。

【図3】本発明によりフリップチップを基板にボンディングする際に使う装置の構造の側面図を、各プロセスステップにおいて示したもの。

【図4】本発明によりフリップチップを基板にボンディングする際に使う装置の構造の側面図を、各プロセスステップにおいて示したもの。

【図5】本発明によりフリップチップを基板にボンディングする際に使う装置の構造の側面図を、各プロセスステップにおいて示したもの。

【図6】本発明によりフリップチップを基板にボンディングする際に使う装置の構造の側面図を、各プロセスステップにおいて示したもの。

【図7】本発明によりフリップチップを基板にボンディングする際に使う装置の構造の側面図を、各プロセスステップにおいて示したもの。

【図8】本発明によりフリップチップを基板にボンディングする際に使う装置の構造の側面図を、各プロセスステップにおいて示したもの。

【図9】本発明によりフリップチップを基板にボンディングする際に使う装置の構造の側面図を、各プロセスステップにおいて示したもの。

【図10】本発明によりフリップチップを基板にボンディングする際に使う装置の構造の側面図を、各プロセスステップにおいて示したもの。

【図11】本発明によりフリップチップを基板にボンディングする際に使う装置の構造の側面図を、各プロセスステップにおいて示したもの。

【図12】本発明によりフリップチップを基板にボンディングする際に使う装置の構造の側面図を、各プロセスステップにおいて示したもの。

10 【図13】本発明によりフリップチップを基板にボンディングする際に使う装置の構造の側面図を、各プロセスステップにおいて示したもの。

【図14】本発明によりフリップチップを基板にボンディングする際に使う装置の構造の側面図を、各プロセスステップにおいて示したもの。

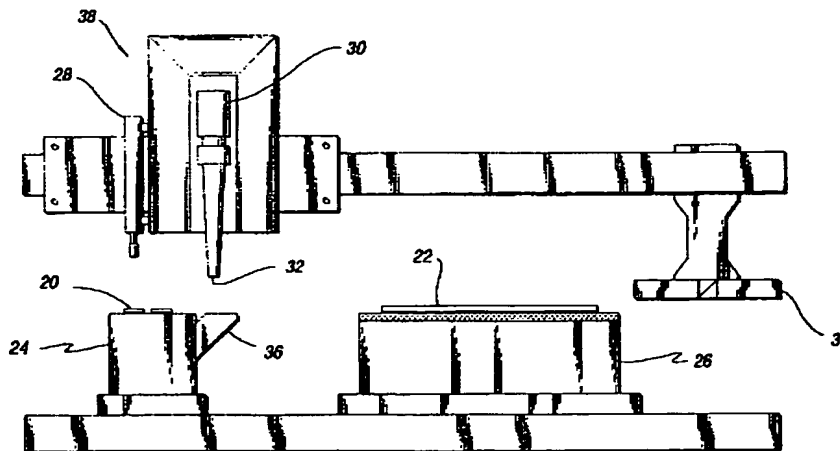
【図15】フリップチップが基板と正確に位置合せされた場合の、基板のフリップチップのX線写真。

【図16】フリップチップが基板と正確に位置合せされていない場合の、基板上のフリップチップのX線写真。

【符号の説明】

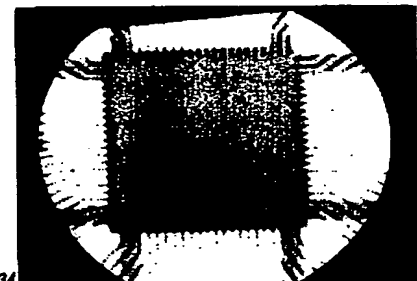
- 20 フリップチップ
- 22 基板
- 24 テーブル
- 26 ワークホルダ
- 28 真空ピックアップ
- 30 超音波ホーン
- 32 超音波ホーンの先端部
- 34 光学装置
- 36 向き調整装置
- 38 ステージ
- 40 ボンディング領域

【図2】



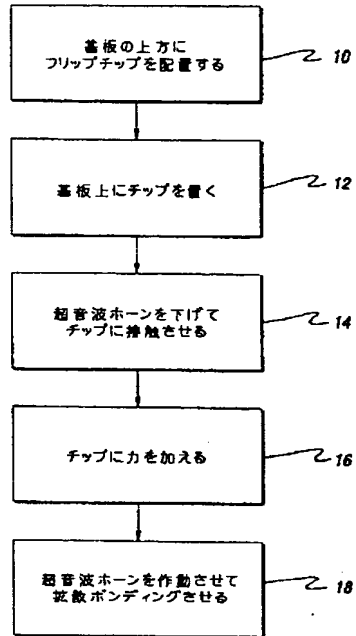
【図15】

基板上のフリップチップのX線写真

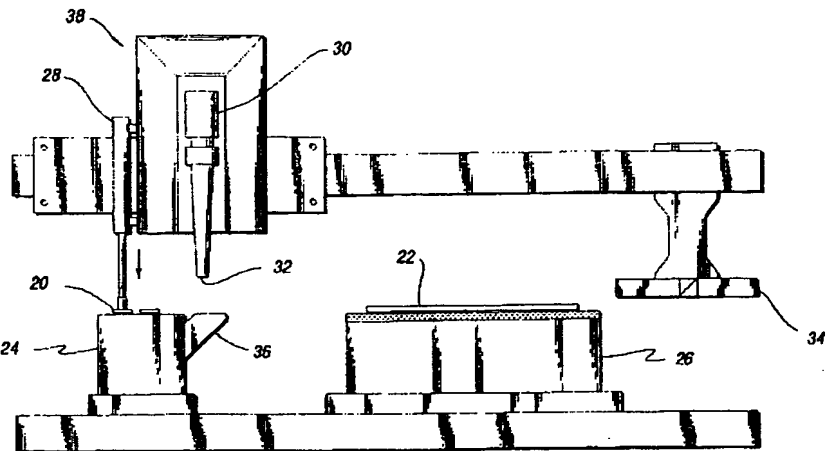


位置が合っている

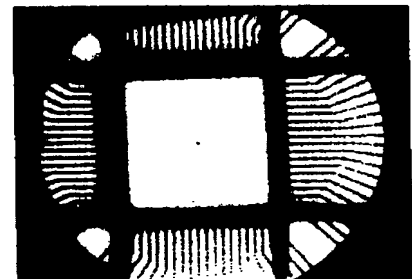
【図 1】



【図 3】

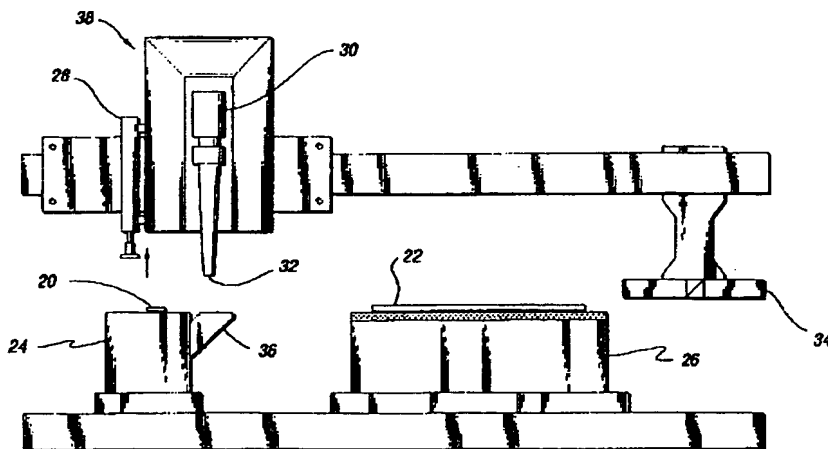


【図 16】

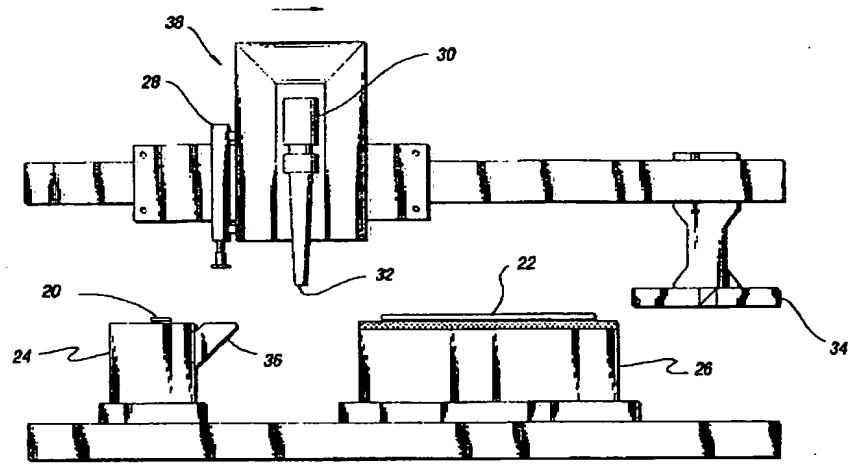


位置が合っていない

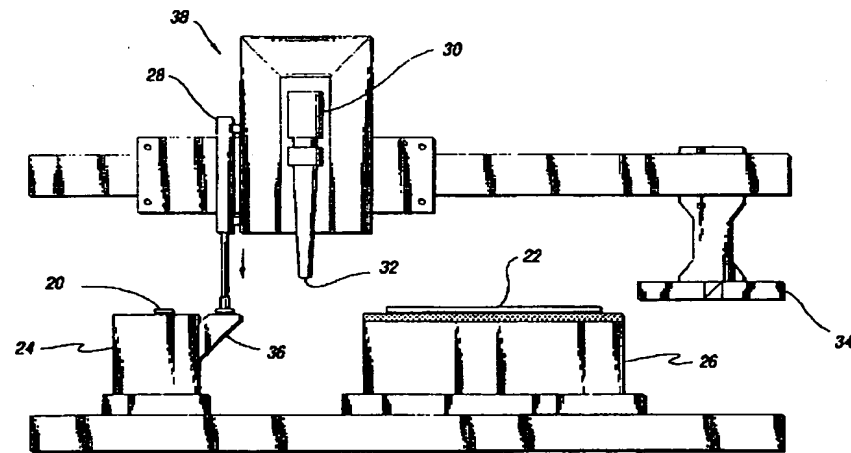
【図 4】



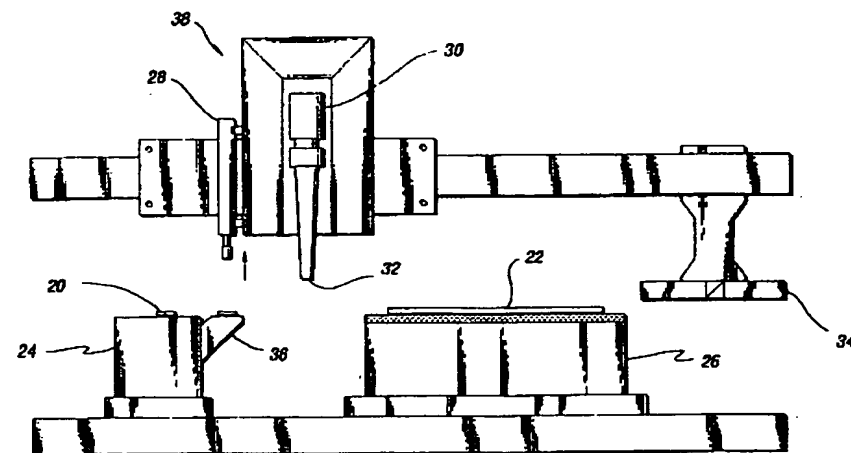
【図5】



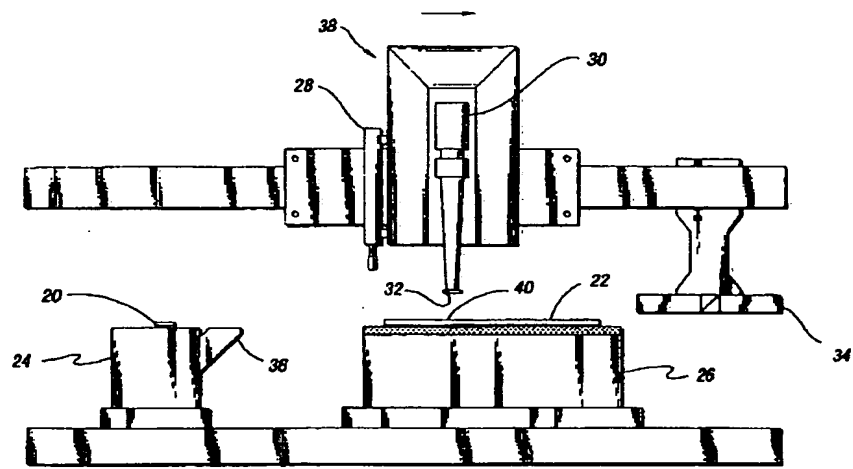
【図6】



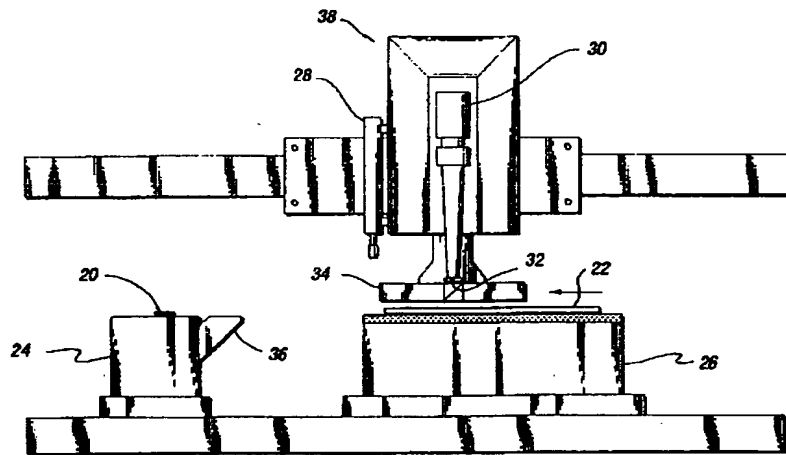
【図7】



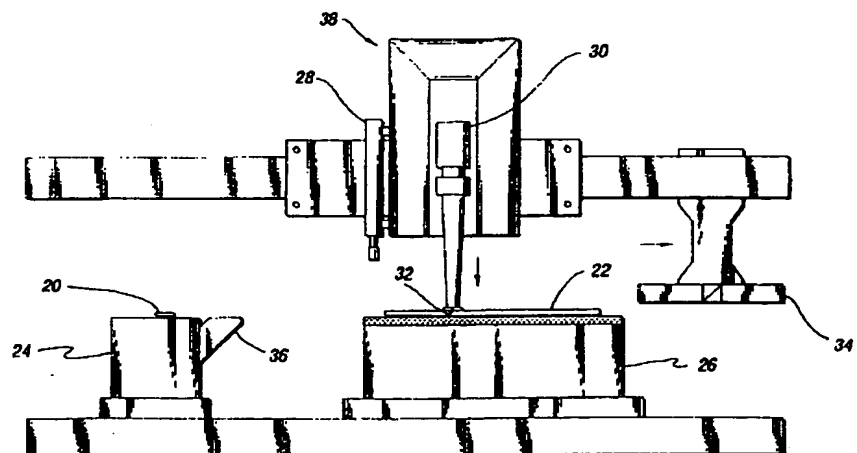
【图 1-1】



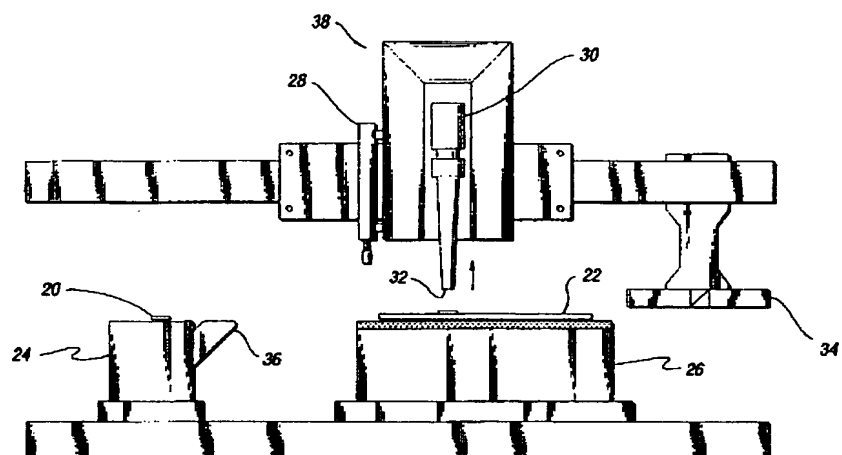
【图 1 2】



【圖 13】



【図 1 4】



フロントページの続き

(72) 発明者 ベサニー ジョイ ウォールズ
アメリカ合衆国ミシガン州オークランド
カウンティ、バーミンガム、ピアース
1492

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-045994

(43)Date of publication of application : 16.02.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/607
H01L 21/60

(21)Application number : 07-107624

(71)Applicant : FORD MOTOR CO

(22)Date of filing : 01.05.1995

(72)Inventor : PHAM CUONG VAN
HAYDEN BRIAN J
WALLES BETHANY J

(30)Priority

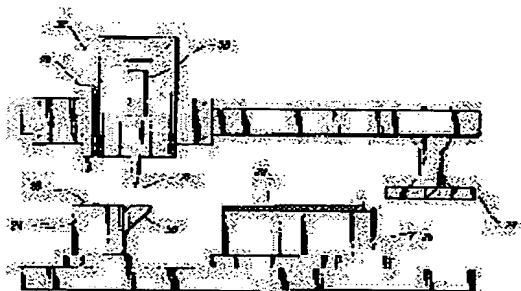
Priority number : 94 239106 Priority date : 06.05.1994 Priority country : US

(54) BONDING METHOD FOR FLIP CHIP ON BOARD

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a bonding method for positioning a flip chip accurately on a board and bonding it correctly.

CONSTITUTION: A flip chip 20 is mounted on a board 22. The flip chip 20 has an active face with a conductive bump. The active face thereof is turned to the face of the board 22 and put on the board 22 in a way that the bump of the flip chip 20 is made in accordance with a bonding pattern of the board 22. An ultrasonic horn 30 is moved down and a flat face thereof is put on the rear face of the flip chip 20. Force is applied by the ultrasonic horn 30 to the rear face of the flip chip 20. The force is applied vertically to the board 22 in a way that sidewise dislocation between the flip chip 20 and the board 22 is made a minimum. During the application of force, the ultrasonic horn 30 is operated so that the ultrasonic energy is transmitted from the flip chip 20 to the board 22 isothermally and the flip chip 20 and the board 22 are subjected to diffusion bonding.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The step which turns the active side to a substrate and arranges above a substrate the flip chip which has a conductive bump in an active side, The step at which she places a flip chip on a substrate as a bump suits the location of the bonding pattern on a substrate, The step which lowers the ultrasonic horn which has an even field and is contacted at the tooth back of a flip chip, It is made for the force perpendicular to a substrate to be added that the variation rate of the longitudinal direction between a flip chip and a substrate should be made min. The step which applies the force to the tooth back of a flip chip through an ultrasonic horn, The bonding approach to the substrate of a flip chip which an ultrasonic horn is operated while applying the force, and is made to transmit ultrasonic energy to a substrate in isothermal from a flip chip, and is characterized by including the step which makes diffusion bonding cause among both.

[Claim 2] The bonding approach characterized by supplying the ultrasonic energy of the range of 60,000-100,000Hz at the actuation step of an ultrasonic horn in an approach according to claim 1.

[Claim 3] The bonding approach which banishes minimum surface dirt and oxide from a flip chip and a substrate, and is further characterized by including the step which builds the pure front face for bondings with atomic level in an approach according to claim 2.

[Claim 4] The bonding approach characterized by including the step in which carry out plastic deformation of the bump who adjoined the surface of action between a flip chip and a substrate further in an approach according to claim 3, carry out contact between a flip chip and a substrate densely, and the atomic union between metals is made to form.

[Claim 5] The bonding approach characterized by aligning a flip chip with the bonding pattern on a substrate in an approach according to claim 1 at the step which places a flip chip on a substrate as the physical relationship of a flip chip and a substrate is seen before the step which lowers an ultrasonic horn and applies the force and a bump's bonding pattern and location on a substrate suit.

[Claim 6] The bonding approach characterized by applying about 50pound (about 22,650g pile) force in an approach according to claim 1 at the step which applies the force to a flip chip.

[Claim 7] The bonding approach characterized by applying the force till 20 seconds in an approach according to claim 6 at the step which applies the force to a flip chip.

[Claim 8] It is the bonding approach characterized by forming the conductive bump withgold in an approach according to claim 1.

[Claim 9] It is the bonding approach characterized by forming the conductive bump by the indium in an approach according to claim 1.

[Claim 10] The bonding approach characterized by including the step which takes up a flip chip further in an approach according to claim 1 before the step which arranges a flip chip above a substrate.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the equipment and the approach for carrying out bonding of the flip chip equipment on a substrate like the circuit board which were improved. Especially this invention relates to the semi-automatic system which can position a flip chip with high precision and can carry out bonding correctly on a substrate.

[0002]

[Description of the Prior Art] Flip chip bonding has appeared as one of the rapid-growth techniques about a package of electronic parts. This technique has developed according to the need of the circuit which operates at high speed under high packaging density. In order to meet a performance criteria, a design and bonding medium of a substrate, an interconnect device, and a flip chip are chosen suitably, and are not spread (a reliable multi chip module is manufactured).

[0003] Some approaches are used for attaching a flip chip and a die in a substrate. Solder is often used for silicon, aluminium nitride, an alumina, or a flexible substrate. Heat compression or the ultrasonic bonding of gold and gold is mainly used from equipment with a small dimension by high power. Standard conductive epoxy may also be used for flip chip bonding.

[0004] The items which need to be taken into consideration when designing an automatic flip-chip-bonding device are pickup of alignment accuracy, a flip chip, and the class of substrate and a flip chip, arrangement and pickup of a substrate, arrangement, a throughput, and a price.

[0005] If the example of the conventional way is given, the equipment which carries out bonding of the flip chip equipment to the U.S. patent No. 3,938,722 in the conductive field for connection on a substrate using ultrasonic energy is indicated. The bonding tool has the globular form bonding side, and bonding is made for it in a complicated vibration according to a pivot device. However, in this way, horizontal movement relative between a flip chip and a substrate may break out, and alignment may be out of order.

[0006] U.S. In advance of the connection process of a flip chip, the bonding approach not using golden corpuscle, i.e., bump, is completely indicated by patent No. 4,842,662. The bump of this gold is usually stationed at the terminal pad of a flip chip, and the wire bottom connected to a flip chip. However, this patent is related with the one-point bonding process used with the tape for tape automated bonding (TAB).

[0007]

[Abstract] This invention indicates the approach and equipment for carrying out bonding of the flip chip to a substrate. This approach contains the following steps.

1. Step Which Turns the Active Side to Substrate and Arranges above Substrate Flip Chip Which Has Conductive Bump in Active Side, 2. A bump is made to suit the location of the bonding pattern on a substrate. The step which places a flip chip on a substrate, and 3. The step which lowers the ultrasonic horn which has an even field and is contacted at the tooth back of a flip chip, 4. It is made for the force perpendicular to a substrate to be added that the variation rate of the longitudinal direction between a flip chip and a substrate should be made min. The step which applies the force to the tooth back of a flip chip through an ultrasonic horn, and 5. Step which operates an ultrasonic horn while applying the force, makes ultrasonic energy transmit to a substrate in isothermal from a flip chip, and makes diffusion bonding cause among both.

Manufacturing the equipment for carrying out a steamy process also contains this invention.

[0008]

[Example] Next, it explains, referring to a drawing about this invention. The process and approach of this invention are related with the system which carries out bonding of the multichip to a substrate. The equipment to indicate is used as the precise pickup for positioning a flip chip about the bonding pattern defined on the substrate, or an arrangement device.

[0009] The equipment and the process by this invention are used for high density real wearing with required aligning a flip chip and a die to a substrate and high degree of accuracy, and carrying out bonding certainly generally. This equipment contains one pickup head and one bonding head. The 1st head picks up a flip chip from a waffle pack, turns to it and places it on an adjusting device. The 2nd head picks up a die from a sense adjusting device, and brings it above a substrate. Vision equipment is used for the last alignment when a die is above a substrate.

[0010] The technical term the "ultrasonic horn" used here means the solid-state type process which carries out bonding of the flip chip to a substrate by adding the vibrational energy of high frequency to them locally, keeping a flip chip and a substrate together to the bottom of pressurization. It is thought that the diffusion layer of the thickness of about 2 - 3K angstrom is formed. The process to indicate can be used for carrying out bonding of the flip chip to the gold arranged on a substrate, silver, platinum, nickel, or a copper metal pattern.

[0011] Drawing 1 is the flow chart of the main process steps used for carrying out the process of this invention. A flip chip is arranged above a substrate (10). Usually, a flip chip has the active side equipped with the golden microsphere, i.e., bump. The active side is turned to the direction of a substrate. Next, a bump's location is doubled with the bonding pattern currently formed on the substrate although it is that of (12) which places a flip chip on a substrate. Next, an ultrasonic horn is lowered (14). It is made for the even field of a horn to touch on the top of the tooth back of a flip chip in that case. And the force is applied to the tooth back of a flip chip through an ultrasonic horn (16). It is made for the force to be added at right angles to a substrate. Thus, the variation rate of the longitudinal direction of a flip chip is made into min about a substrate. Finally, while applying the force, by operating an ultrasonic horn, the isothermal transfer of (18) and the ultrasonic energy is carried out from a flip chip at a substrate, and diffusion bonding is made among both.

[0012] Drawing 24 shows equipment and a process step more to a detail. The main parts of the equipment used for drawing 2 carrying out this invention are shown. In drawing 2, the flip chip 20 is carried on the flip chip pickup table 24. The substrate 22 is placed on the work holder 26. In drawing 3, in order that the vacuum flip chip pickup device 28 may take up a flip chip using a vacuum, the arm is lengthened.

[0013] The arm of the vacuum flip chip pickup device 28 withdraws, and drawing 4 shows signs that the flip chip 20 is raised above the flip chip pickup table 24. In drawing 5, the stage 38 containing the vacuum flip chip pickup device 28 and the ultrasonic horn 30 moves, and the vacuum flip chip pickup arm 28 with a flip chip 20 is turned to, and is brought to the location of an adjusting device 36.

[0014] Next, as shown in drawing 6, the vacuum flip chip pickup arm 28 is lengthened, and a flip chip is placed on the sense adjusting device 36. And as shown in drawing 7, the vacuum flip chip pickup arm 28 is retracted, the sense adjusting device 36 is operated, and the sense is adjusted so that a flip chip 20 may become the right sense about a substrate 22. Next, as shown in drawing 8, it moves on a stage 38, the location of the ultrasonic horn 30 is turned to, and it doubles with the location of an adjusting device 36. And as shown in drawing 9, the ultrasonic horn 30 is lengthened, it is suitable using a vacuum, and a flip chip 20 is picked up from an adjusting device 36. A vacuum is supplied by one or more holes which pass along the inside of the ultrasonic horn 30 in shaft orientations in order to supply negative pressure. The horn shown here can be used for the flip chip of various kinds of dimensions.

[0015] In drawing 10, the ultrasonic horn 30 draws and the flip chip 20 is carried. In drawing 11, the stage 38 moved and the ultrasonic horn 30 and the flip chip 20 have countered with the bonding location 40 defined on the substrate 22.

[0016] In drawing 12, equipment for alignment like optical equipment 34 is moved between a flip chip 20 and a substrate 22. And alignment of the flip chip 20 to a substrate 22 is started with hand control or an automatic gear. Although optical equipment is used for alignment, separation prism and other alignment equipments like an infrared technique may be used.

[0017] Drawing 13 moves alignment equipment 34 to a center valve position, lengthens the ultrasonic horn 30, and shows the place which contacted the flip chip 20 to the substrate 22. Only the period when the 1-50pound (about 453-22,650g pile) force defined beforehand and the ultrasonic energy within the limits of 60,000-100,000Hz were beforehand defined by about 10 seconds is added to a flip chip 20.

[0018] In order to end a cycle, as shown in drawing 14, the ultrasonic horn 30 is retracted and the flip chip 20 combined with the substrate 22 by positive diffusion bonding is placed.

[0019] Drawing 15 and drawing 16 are the X-ray photographs of a flip chip which floated above the substrate 22. In each drawing, the field where a rectangle is black is the tooth back of a substrate 22. When the location is correct, (drawing 15) and each point mean that the golden corpuscle bump is located on the active side of a flip chip 20. Although the bonding pattern is extended from the golden bump, this is the gilding line arranged on the front face of a substrate 22, i.e., a lead.

[0020] In drawing 16, it has separated from the bonding pattern with which the golden bump was set on the substrate 22. Alignment is possible by alignment equipment. If the process and equipment which were indicated are used, diffusion bonding of all the bumps prepared on the flip chip will be carried out to coincidence in the bonding location defined on the substrate 22.

[0021] In fact, if an ultrasonic horn is operated, the dirt and oxide of a very small front face will be banished from the flip chip in a substrate, and a clean front face will be made on atomic level required for bonding. When applying the force to a flip chip preferably, it adds in a stage. First, it adds, and the 5pound (about 2,265g pile) initial force is continuously raised to 20-50pound (906-22,650g pile) as 2nd force. Since such force tends to carry out plastic deformation of the bump of the gold contiguous to the surface of action of a flip chip and a substrate, by adding isothermal ultrasonic energy, both contact becomes dense and the atomic union between metals is formed. If there are three bumps per one flip chip, the 1-2pound (about 453-906g pile) force is actually enough. It will be enough if it is 250 bumps, and the 25-30pound (11,325-13,590g pile) force is applied till about 10 - 20 seconds, for example.

[0022] The ultrasonic probe of the indicated equipment can be built with various formats. There is THE you technology OBUMIRUPITASU (the U Technology of Milpitas) of California as a suitable vendor. The indicated probe is used together with a 50W generator.

[0023] An example of flip chip attachment equipment is manufactured by the R dee automation OBU pith KYATTA way (R D Automation of Piscataway) company of New Jersey (model AFC-101-AP). The alignment accuracy of a machine is better than **5mm kuron. A throughput reaches 350 to 500 flip chip per hour by the process parameter. In a certain system (M-8 flip chip bonder), a thin optical probe is inserted between a flip chip and a substrate, and it is begun to ** both bonding sides to coincidence. In order to see a flip chip and a substrate separately, two sets of video cameras and a reflecting mirror are used. It aligns by laying the output of both video systems on top of one screen (drawing 15 and drawing 16), and moving a substrate to a stationary flip chip. When a flip chip approaches the last location extremely, the last alignment is performed, and it does not move in X and the direction of theta of Y, i.e., the direction, after that. The shaft moved after this is only perpendicularly (Z direction).

[0024] The substrate holder 26 is good to build with granite. Probably, it will be clear that the indicated equipment is quick since heat does not need solder, either. Since heat is not needed, this equipment and a process can be used to the substrate flip-chip-bonding medium sensitive to heat, and there is also little damage done to a flip chip compared with heat compression bonding or a solder reflow. Since bonding of the whole flip chip can be carried out to a substrate regardless of the number of connection, a throughput goes up. Finally, since all force acts in the direction of a perpendicular (Z), there is no horizontal migration relative between a flip chip and a substrate.

[0025] In fact, the substrate to about 14 inch (about 355.6mm) square can be contained in the indicated equipment. A flip chip can treat the small thing of 0.05 inch (about 1.27mm) square. Probably, it will also be effective to use 1 inch (about 25.4mm) square of a flip chip according to the indicated process.

[0026] Since a pickup tool is also a bonding tool again, the precision of bonding is not only improved, but it goes up a throughput by indicated invention. For this reason, need to attach a tool or it is not necessary to remove it and to insert a flip chip in a horn. The indicated equipment is a semi-automatic system applicable to high density assembly with required aligning a flip chip and a substrate with high precision, and carrying out bonding correctly.

[0027] The tool chip included in the ultrasonic probe of this invention is about 1-1/4 inch (about 6.35mm) square of magnitude. It is automatically replaceable with the tool for flip chips with which dimensions differ. A probe can take out the force to 100kg. A ceramic, an epoxy laminate, or a flexible circuit is sufficient as the indicated substrate.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The flow chart of the main process steps of this invention.

[Drawing 2] What showed the side elevation of the structure of the equipment used in case bonding of the flip chip is carried out to a substrate by this invention in each process step.

[Drawing 3] What showed the side elevation of the structure of the equipment used in case bonding of the flip chip is carried out to a substrate by this invention in each process step.

[Drawing 4] What showed the side elevation of the structure of the equipment used in case bonding of the flip chip is carried out to a substrate by this invention in each process step.

[Drawing 5] What showed the side elevation of the structure of the equipment used in case bonding of the flip chip is carried out to a substrate by this invention in each process step.

[Drawing 6] What showed the side elevation of the structure of the equipment used in case bonding of the flip chip is carried out to a substrate by this invention in each process step.

[Drawing 7] What showed the side elevation of the structure of the equipment used in case bonding of the flip chip is carried out to a substrate by this invention in each process step.

[Drawing 8] What showed the side elevation of the structure of the equipment used in case bonding of the flip chip is carried out to a substrate by this invention in each process step.

[Drawing 9] What showed the side elevation of the structure of the equipment used in case bonding of the flip chip is carried out to a substrate by this invention in each process step.

[Drawing 10] What showed the side elevation of the structure of the equipment used in case bonding of the flip chip is carried out to a substrate by this invention in each process step.

[Drawing 11] What showed the side elevation of the structure of the equipment used in case bonding of the flip chip is carried out to a substrate by this invention in each process step.

[Drawing 12] What showed the side elevation of the structure of the equipment used in case bonding of the flip chip is carried out to a substrate by this invention in each process step.

[Drawing 13] What showed the side elevation of the structure of the equipment used in case bonding of the flip chip is carried out to a substrate by this invention in each process step.

[Drawing 14] What showed the side elevation of the structure of the equipment used in case bonding of the flip chip is carried out to a substrate by this invention in each process step.

[Drawing 15] The X-ray photograph of the flip chip of a substrate when a flip chip is aligned by a substrate and accuracy.

[Drawing 16] The X-ray photograph of the flip chip on a substrate when the flip chip is not aligned by a substrate and accuracy.

[Description of Notations]

20 Flip Chip

22 Substrate

24 Table

26 Work Holder

28 Vacuum Pickup

30 Ultrasonic Horn

32 Point of Ultrasonic Horn

34 Optical Equipment

36 Sense Adjusting Device

38 Stage

40 Bonding Field

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

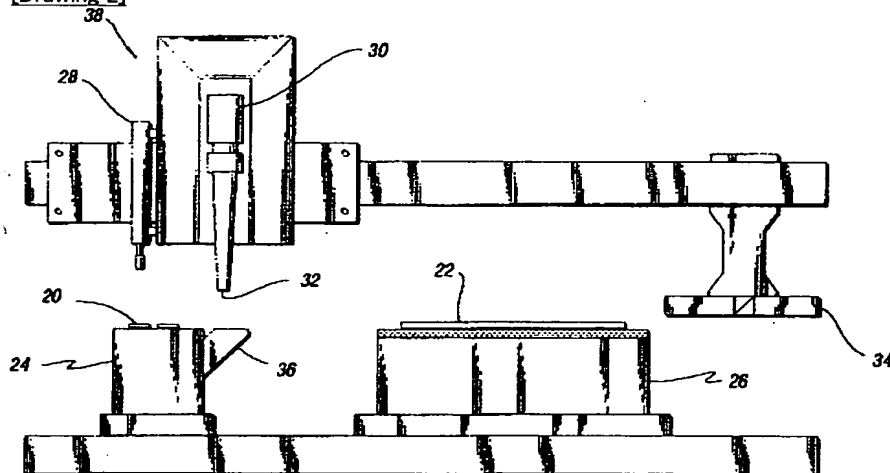
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

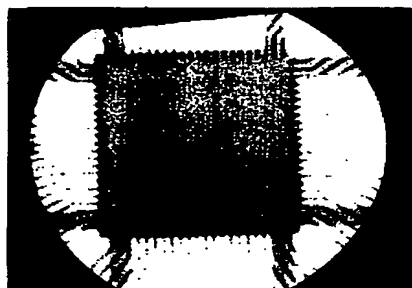
DRAWINGS

[Drawing 2]



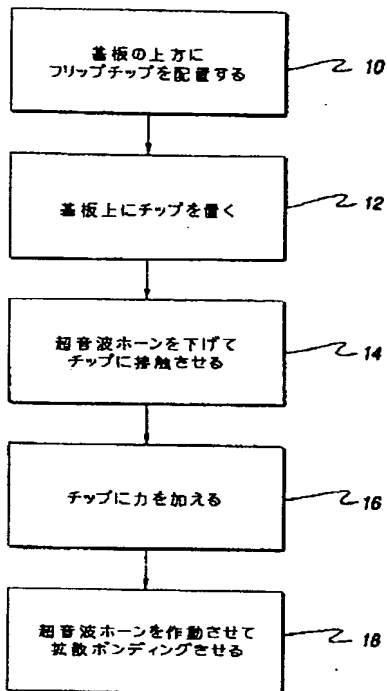
[Drawing 15]

基板上的フリップチップのX線写真

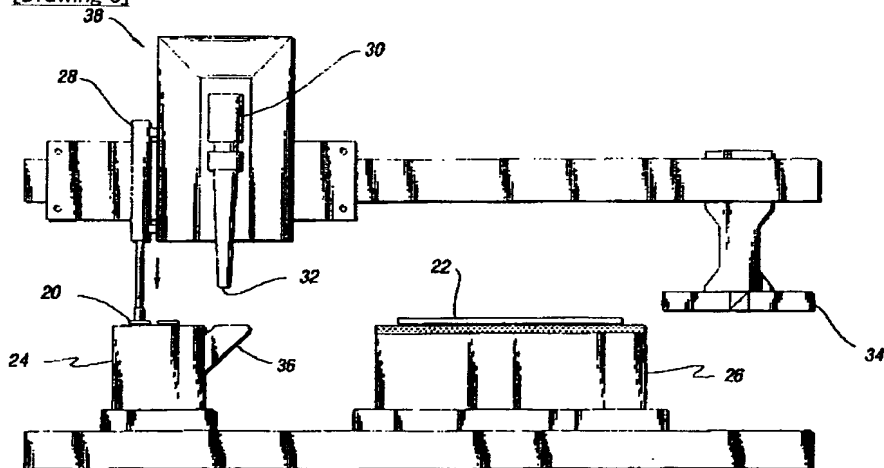


位置が合っている

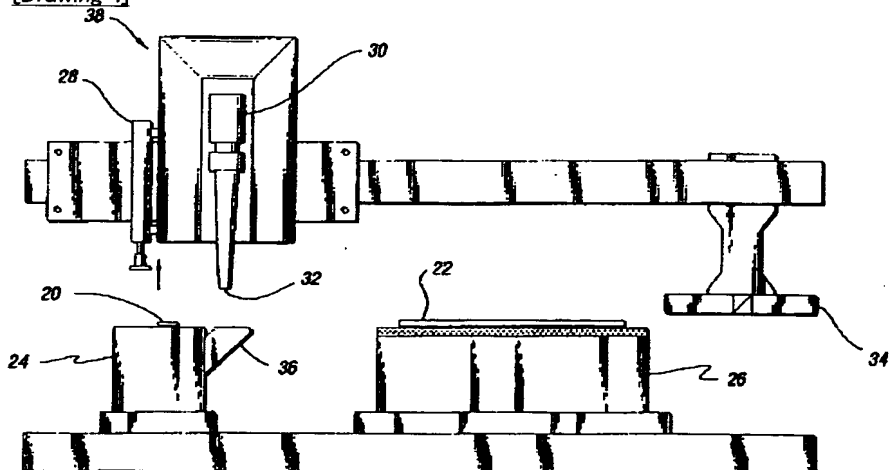
[Drawing 1]



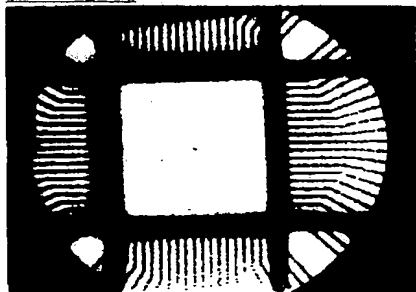
[Drawing 3]



[Drawing 4]

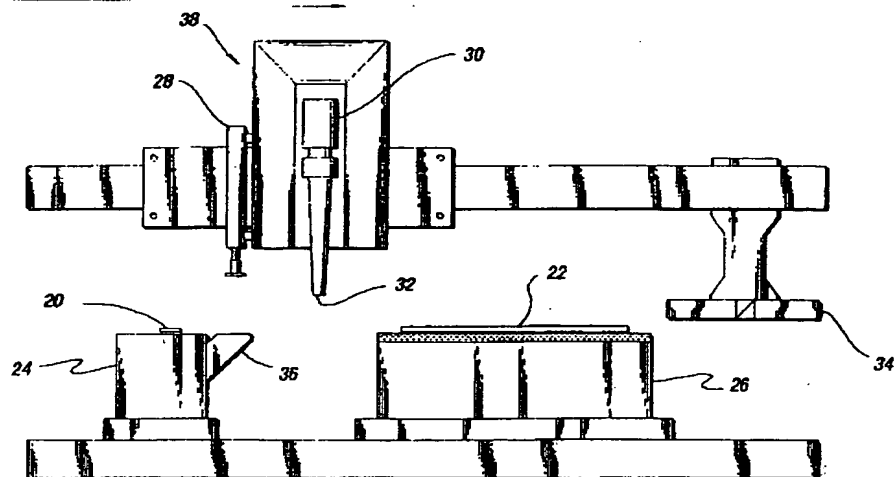


[Drawing 16]

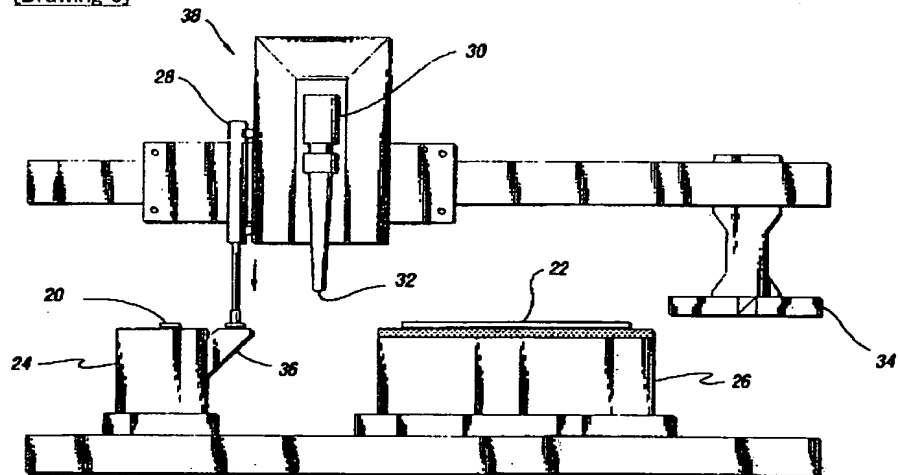


位置が合っていない

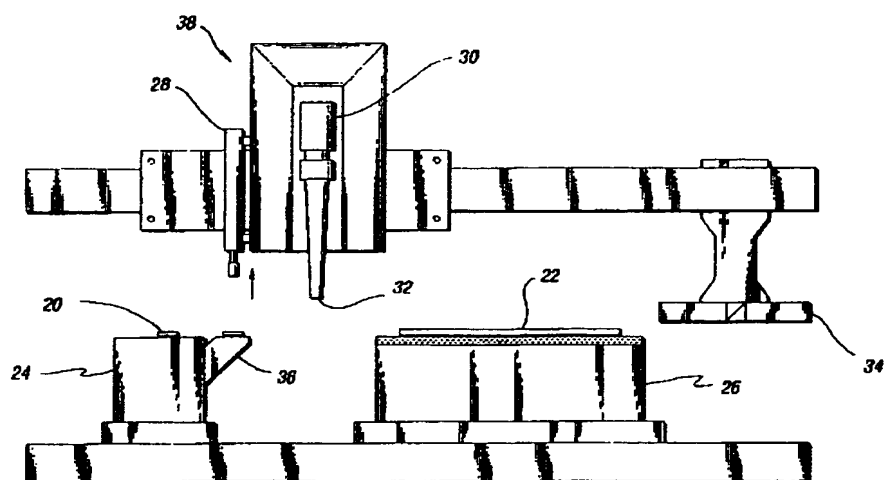
[Drawing 5]



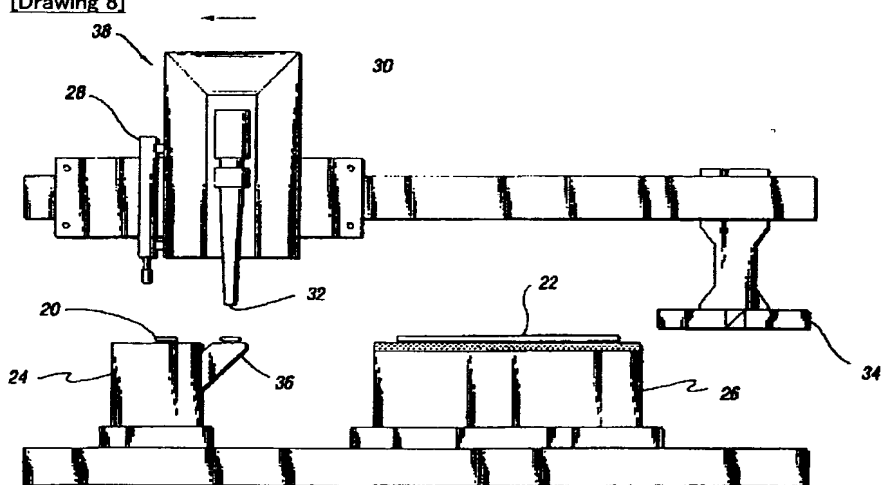
[Drawing 6]



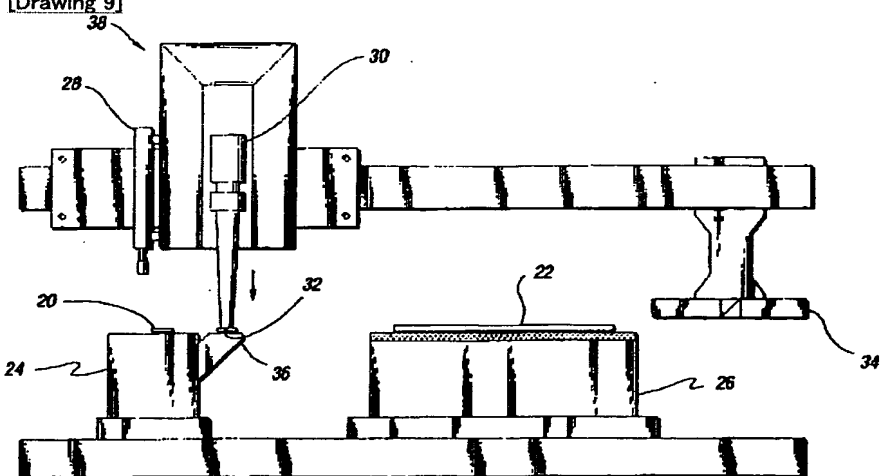
[Drawing 7]



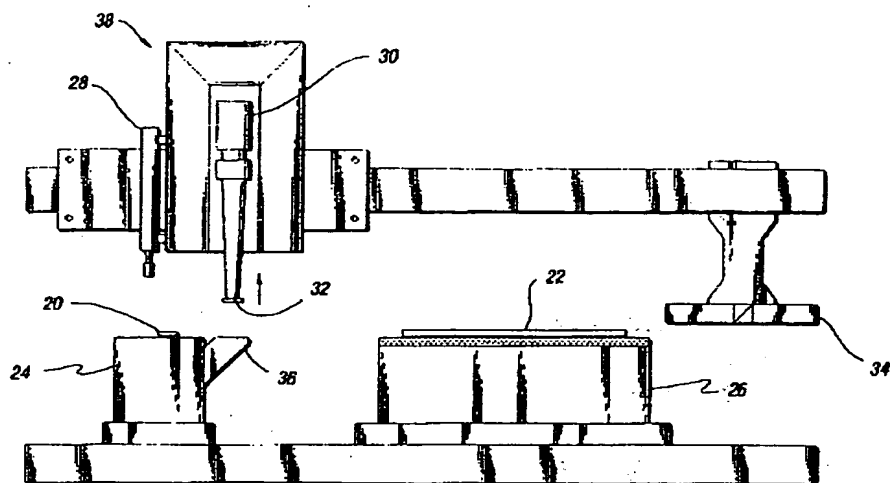
[Drawing 8]



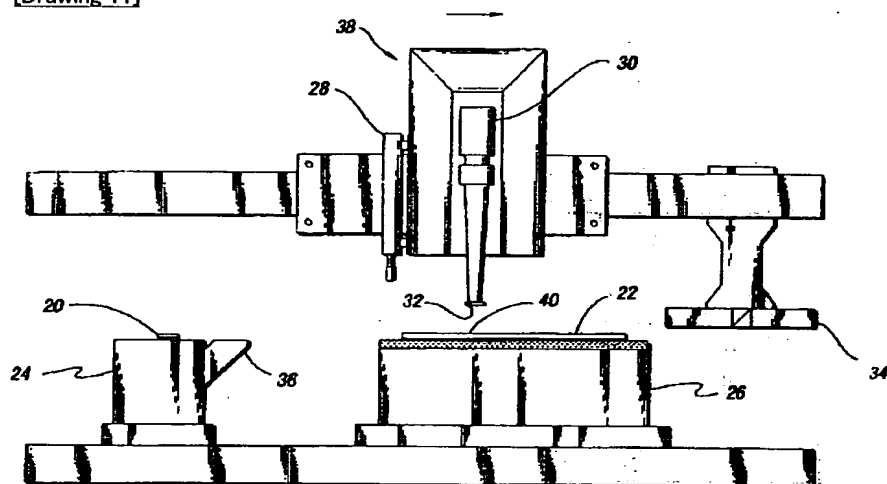
[Drawing 9]



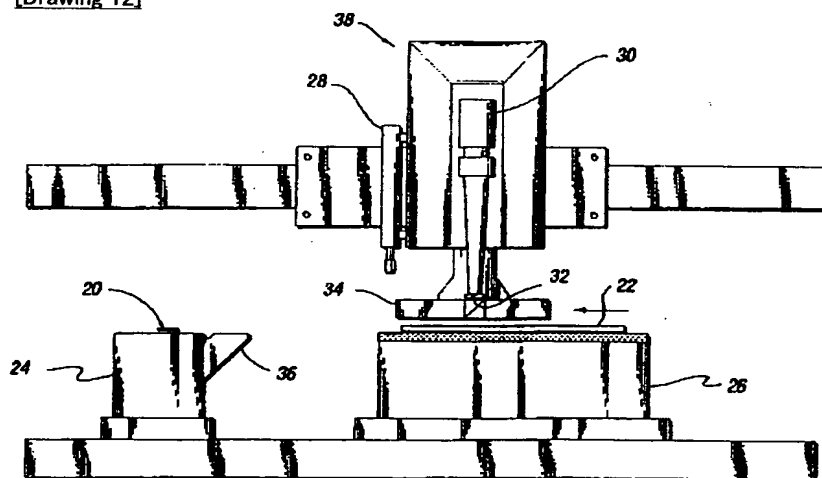
[Drawing 10]



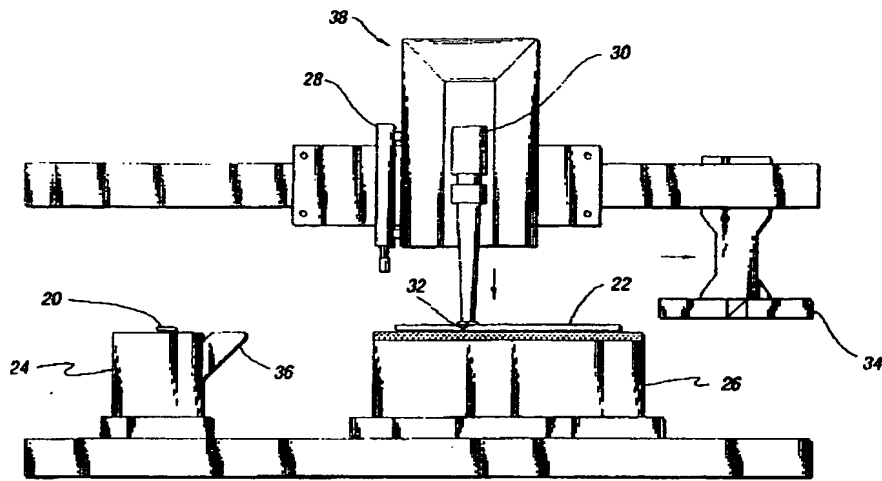
[Drawing 11]



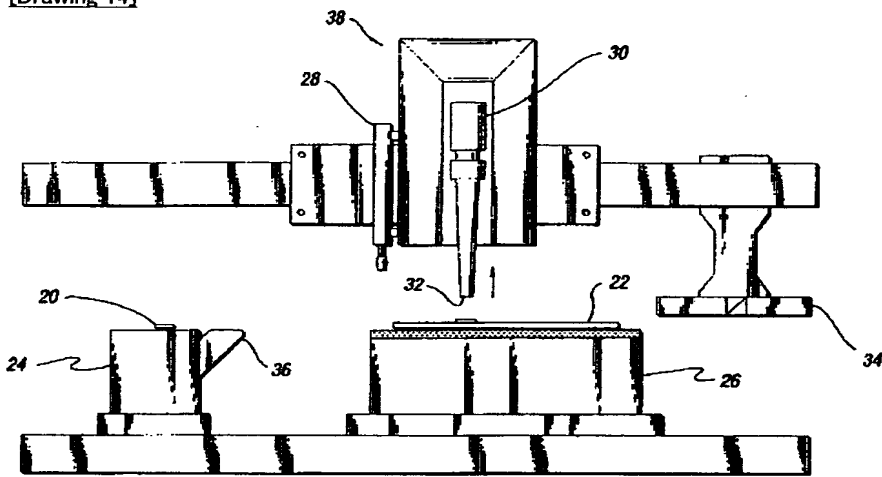
[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Drawing 14]



[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)